

# **ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ РУДНОГО И НЕРУДНОГО СЫРЬЯ**

## **TOPICAL ISSUES IN MINING OF ORE AND NONMETALLIC MINERALS**

УДК 622.341.1

**А.А.АНТОНОВ**, канд. техн. наук, доцент, [spggi\\_zubov@mail.ru](mailto:spggi_zubov@mail.ru)

**М.Д.МОРОЗОВ**, аспирант, [Mikhail\\_Morozov@mail.ru](mailto:Mikhail_Morozov@mail.ru)

**А.С.МАЛЮТИН**, студент, [Alexey-Malyutin@yandex.ru](mailto:Alexey-Malyutin@yandex.ru)

*Санкт-Петербургский государственный горный университет*

**A.A.ANTONOV**, PhD in eng. sc., associate professor, [spggi\\_zubov@mail.ru](mailto:spggi_zubov@mail.ru)

**M.D.MOROZOV**, post-graduate student, [Mikhail\\_Morozov@mail.ru](mailto:Mikhail_Morozov@mail.ru)

**A.S.MALYUTIN**, student, [Alexey-Malyutin@yandex.ru](mailto:Alexey-Malyutin@yandex.ru)

*Saint Petersburg State Mining University*

### **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ ЗАПАСОВ НА РУДНИКЕ «ЯКОВЛЕВСКИЙ»**

Выполнен анализ фактически сложившейся технологической схемы отработки запасов на Яковлевском руднике. Предложены основные направления совершенствования существующей технологической схемы, способствующие повышению производственной мощности и снижению издержек производства руды. Предложен план дополнительных исследований, которые позволят определить рациональное взаимное расположение очистных заходов в обрабатываемых слоях и параметры технологических схем совместной выемки слоев.

**Ключевые слова:** снижение издержек, технологические схемы, совместная выемка слоев.

### **SPECIFICITY TECHNOLOGICAL SCHEME DEVELOPMENT OF THE STOCKS ON MINE «YAKOVLEVSKY»**

The analysis of actually developed technological scheme of Jakovlevsky mine is made. The basic directions of perfection of existing technology of working off for-passes, promoting increase of capacity and decrease in costs proiz-vodstva ores are offered. The further direction of researches which will allow oprede-pour rational, a relative positioning clearing заходов in fulfilled layers and para-metres of technological schemes of joint dredging of layers is considered.

**Key words:** decrease in costs, technological schemes, joint dredging of layers.

По итогам 2010 г. Российская Федерация занимает 5-е место среди производителей железорудного сырья (ЖРС) в мире (более 4 % мирового производства). Ос-

новная доля разведанных запасов страны сосредоточена в Центральном федеральном округе (около 57 %), в котором расположены уникальные по масштабам запасов

и качеству руд железорудные месторождения Курской магнитной аномалии (КМА), не уступающие лучшим мировым аналогам (Бразилия, Австралия, Индия, ЮАР). К числу таких месторождений относится «Яковлевское» с запасами 9,6 млрд т и содержанием железа в руде до 68-70 %, характеризующееся весьма сложными горно-геологическими условиями: глубокое залегание руд; наличие высоконапорных, неосвоенных водоносных горизонтов; неустойчивые, рыхлые богатые руды низкой прочности.

Мировой практический опыт отработки неустойчивых рудных образований в сложных горно-геологических условиях подтверждает целесообразность применения слоевых систем разработки с твердеющей закладкой, пригодных для выемки запасов во всех литологических разностях пород независимо от формы, угла падения, размеров залежи, устойчивости руд и вмещающих пород. Системы разработки этого класса отвечают требованиям природоохранных технологий, что особенно важно для района КМА с его высокопродуктивными почвами [3].

В качестве одного из возможных вариантов отработки богатых железных руд Яковлевского месторождения предложена комбинированная система разработки под защитным рудным целиком [2], осуществляемая в два этапа.

I этап. Оработка верхнего подэтажа высотой 20-25 м нисходящей слоевой системой разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства и с формированием в верхнем, вынимаемом слое защитного железобетонного перекрытия.

II этап. Оработка нижнего подэтажа камерной системой с самообрушением руды и закладкой выработанного пространства, при условии, что оработка верхнего подэтажа ведется с опережением нижнего подэтажа.

В настоящее время реализуется I этап отработки верхнего подэтажа по проекту I очереди строительства рудника «Яковлевский» с годовой производственной мощностью 1 млн т. Проводится апробация технологических схем слоевой системы разработки

под защитным рудным целиком в нисходящем порядке с креплением (в нулевом слое) и закладкой выработанного пространства твердеющими смесями.

Однако на сегодняшний день предприятие не достигло проектной производственной мощности, параметра, определяющего технико-экономические показатели и конкурентоспособность рудника. Следовательно, решение этого вопроса является актуальной задачей. В соответствии с этим выполнен анализ сложившейся на руднике горно-технической ситуации с целью поиска возможных путей повышения производственной мощности и снижения издержек производства руды.

Фактически сложившаяся технологическая схема отработки запасов на Яковлевском руднике характеризуется следующими особенностями:

1. Значительной деконцентрацией горных работ, сложной конфигурацией очистных фронтов, различными направлениями их перемещения, и значительной зависимостью производственной мощности рудника от возможностей развития фронта очистных работ в пределах выемки верхнего слоя (горизонт –370 м). На данном этапе очистные работы в отработываемом слое (горизонт –370 м) одновременно ведутся в шести технологических блоках общей площадью около 220 000 м<sup>2</sup> (700 м по простиранию и 250-400 м вкост простирания) с разными параметрами применяемой технологии и способом проходки очистных заходов.

2. Существенной зависимостью объемов добычи в пределах верхнего (выемочного) слоя от возможности развития в данном слое фронта очистных работ. Анализ состояния технологической схемы отработки верхнего слоя с позиции достижения производственной мощности в 1 млн т подтверждает, что общее количество одновременно проходимых очистных заходов должно возрасти до 46-50, против сегодняшних 27-30.

3. Недостаточной полнотой закладки отработанных заходов. Так, средняя высота недозаклада составляет 0,49 м без учета пустот, образовавшихся при обрушениях кровли. Указанная величина недозаклада является

опасной не только по условиям разуплотнения предохранительного рудного целика, но и создает постоянную угрозу обрушений пород кровли в забоях присечных очистных заходок во время их проведения.

4. Значительными затратами на крепление очистных заходок, повышенной трудоемкостью очистных работ, высокой частотой вывалов. На развитие вывалов оказывает влияние принятая форма арочного поперечного сечения очистных заходок, способ проведения и пространственная ориентация проводимой выработки.

5. Неравномерностью подработки предохранительного рудного целика. Различная степень подработки целика на площади более чем 200 тыс. м<sup>2</sup> создает условия для неравномерного опускания подрабатываемой водозащитной породной толщи и образования под краевыми частями рудного массива зон повышенного горного давления.

Таким образом, учитывая сложившуюся горно-техническую ситуацию на руднике и необходимость достижения годового объема добычи в размере 1 млн т, предложены основные направления совершенствования существующей технологии выемки запасов:

- повышение уровня пространственной концентрации горных работ за счет приостановки темпов дальнейшего развития очистных работ по простиранию залежи и увеличения темпов развития горных работ по падению залежи, что будет способствовать концентрации работ и снижению издержек на транспорт руды;

- совершенствование технологических схем отработки запасов с учетом обеспечения максимально допустимой длины очистных заходок, проходимых комбайнами. Установлено, что эффективность применения комбайновых добычных комплексов существенно зависит от длины очистных заходок;

- повышение полноты закладки выработанных пространств, в частности, путем внедрения рекомендованной технологии дозакладки выработанных пространств из присечных заходок с использованием бетононасосов или участковых трубопроводов [2];

- разработка планов развития горных работ с учетом соблюдения принципа равномерного опускания подрабатываемых породных толщ и закладочных массивов, выполнение которого способствует сохранению сплошности природных водоупоров над рудным целиком;

- создание автоматизированных систем непрерывного мониторинга за геомеханическим и гидрогеологическим состоянием горного массива.

Выполнение этих мероприятий можно осуществить при вовлечении в разработку второго и последующих выемочных слоев.

Таким образом, становится актуальной разработка технологических схем совместной выемки двух и более слоев с учетом сложившейся на руднике ситуации, а также специфики горно-геологических и горно-технических условий. Для этого необходимо провести дополнительные исследования, которые позволят определить рациональное взаимное расположение очистных заходок в отрабатываемых слоях и параметры технологических схем совместной выемки слоев, а именно:

- установить допустимое расстояние между очистными заходками, проходимыми в первом и последующих отрабатываемых слоях;

- найти минимально возможное расстояние от очистной заходки, находящейся на границе блока, проходимой в нижерасположенном слое под закладочным массивом, до общей границы рудного и закладочного массивов в верхнем выемочном слое;

- определить рациональные параметры и форму поперечного сечения очистных заходок в нижеотрабатываемых слоях;

- оптимизировать взаимное размещение выработок в смежных выемочных слоях;

- уточнить значения допустимых обнажений подрабатываемого выемочного слоя;

- разработать мероприятия, исключющие образование нарушения сплошности закладочного материала в закладываемой очистной заходке.

Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Зубов В.П.* Концепция отработки Яковлевского железорудного месторождения на участках богатых железных руд / В.П.Зубов, А.А.Антонов // Записки Горного института. СПб, 2006. Т.168. С.203-210.
2. *Зубов В.П.* Повышение полноты закладки выработанных пространств при слоевых системах разработки Яковлевской залежи / В.П.Зубов, А.А.Антонов, Ю.Н.Луговской, М.Д.Морозов, О.В.Михайленко // Записки Горного института. СПб, 2010. Т.185. С.25-30.
3. *Каплунов Д.Р.* Усиление роли подземной добычи при разработке железорудных месторождений / Д.Р.Каплунов, А.И.Сухорученков, В.А.Юков // Горный журнал. 2006. № 4. С.52-55.

## REFERENCES

1. *Zubov V.P.* Conception of excavation the high-grade iron ore section deposit Yakovlevsky / V.P.Zubov, A.A.Antonov // Proceedings of Mining Institute. Saint Petersburg, 2006. Vol. 168. P.203-210.
2. *Zubov V.P.* Higher grade filling due to horizontal layers extraction in Yakovlevsky ore deposit / V.P.Zubov, A.A.Antonov, Yu.N.Lugovskoi, M.D.Morozov, O.V.Mikhailenko // Proceedings of Mining Institute. Saint Petersburg, 2010. Vol. 185. P.25-30.
3. *Kaplunov D.R.* Strengthening of the role of underground mining in the development of iron ore deposit / D.R.Kaplunov, A.I.Sukhoruchenkov, V.A.Yukov // Mining magazine. 2006. N 4. P.52-55.